

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
  - **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
  - **FADED TEXT**
  - **ILLEGIBLE TEXT**
  - **SKEWED/SLANTED IMAGES**
  - **COLORED PHOTOS**
  - **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- 
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09061662  
PUBLICATION DATE : 07-03-97

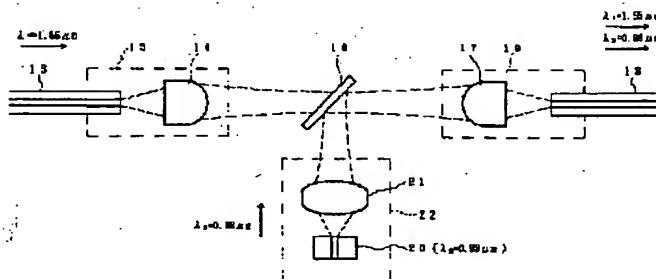
APPLICATION DATE : 25-08-95  
APPLICATION NUMBER : 07217913

APPLICANT : OKI ELECTRIC IND CO LTD;

INVENTOR : NISHIMURA HIDEKAZU;

INT.CL. : G02B 6/293 G02B 6/26 G02B 6/42

TITLE : OPTICAL COUPLER



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the coupling efficiency of an optical coupler for multiplexing signal light and exciting light and to enhance its amplification rate in order to amplify the signal light and exciting light by an erbium-doped fiber.

SOLUTION: A signal light side lens 14 is arranged apart a prescribed spacing in front of an optical waveguide 13 for the signal light to propagate the signal light with a single mode to constitute a signal light side collimator 15. An output side lens 17 is arranged apart a prescribed spacing in front of an optical waveguide 18 for output for propagating the signal light and the exciting light with the single mode to constitute an output side collimator 19. The signal light side collimator 15 and the output side collimator 19 are coupled at a prescribed distance via an optical multiplexing element 16. The exciting light side collimator 22 and the output side collimator 19 are coupled at the prescribed distance via this optical multiplexing element 16. The signal light and the exciting light are multiplexed and outputted by spacing coupling of the exciting light without using the optical waveguide or using the optimized lens, etc.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-61662

(43)公開日 平成9年(1997)3月7日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B	6/293		G 0 2 B	6/28
	6/26			6/26
	6/42			6/42

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平7-217913

(22)出願日 平成7年(1995)8月25日

(71)出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72)発明者 西村 英一

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

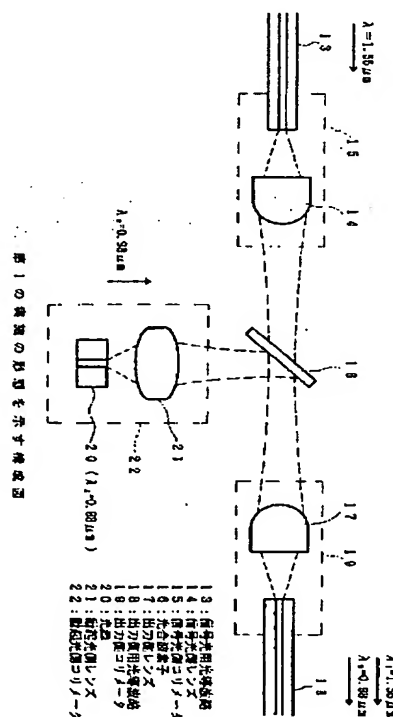
(74)代理人 弁理士 金倉 喬二

(54)【発明の名称】 光結合器

(57)【要約】

【課題】 エルビウムドープファイバにより増幅するために、信号光と励起光を合波する光結合器において、結合効率を向上させて増幅率を上げること。

【解決手段】 信号光を単一モードで伝搬させる信号光用光導波路13の前方に所定の間隔をおいて信号光側レンズ14を配置して信号光側コリメータ15とし、信号光および励起光を単一モードで伝搬させる出力用光導波路18の前方に所定の間隔をおいて出力側レンズ17を配置して出力側コリメータ19とし、光合波素子16を介して前記の信号光側コリメータ15と出力側コリメータ19を所定の距離で結合し、その光合波素子16を介して励起光側コリメータ22と出力側コリメータ19を所定の距離で結合し、励起光を光導波路を用いずに空間結合することや、最適化したレンズを用いること等により、信号光と励起光を合波して出力することの特徴としている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】所定の波長の信号光および所定の波長の励起光を入力して合波する光合波素子を有し、その合波した信号光および励起光を出力用光導波路により出力する光結合器において、

信号光を単一モードで伝搬させる信号光用光導波路の前方に所定の間隔をおいて信号光側レンズを配置して信号光側コリメータとし、

信号光および励起光を単一モードで伝搬させる出力用光導波路の前方に所定の間隔をおいて出力側レンズを配置して出力側コリメータと成し、

光合波素子を介して前記の信号光側コリメータと出力側コリメータを所定の距離で結合し、

光源から発生する励起光を光導波路を介さずに直接空間結合するための励起光側レンズを、その光源の前方に所定の間隔をおいて配置して励起光側コリメータとし、

前記光合波素子を介して励起光側コリメータと出力側コリメータを所定の距離で結合し、

信号光と励起光を合波して出力することを特徴とする光結合器。

【請求項2】所定の波長の信号光を単一モードで伝搬させる信号光用光導波路と、所定の波長の励起光を単一モードで伝搬させる励起光用光導波路と、前記の信号光および励起光を単一モードで伝搬させる出力用光導波路と、信号光と励起光とを合波する光合波素子とから成り、前記の信号光用導波路から入力した信号光と励起光用導波路から入力した励起光を、光合波素子により合波して出力用光導波路により出力する光結合器において、信号光用光導波路の前方に、信号光結合のために最適化された信号光側レンズを配置して信号光側コリメータとし、該信号光側コリメータ同士を所定の距離にて対向させて信号光を伝搬させた場合に最適結合するように前記の信号光用光導波路と信号光側レンズとの間隔を調整し、

出力用光導波路の前方に、信号光および励起光結合のために最適化された出力側レンズを配置して出力側コリメータとし、該出力側コリメータ同士を所定の距離にて対向させて信号光を伝搬させた場合に最適結合するように前記の出力用光導波路と出力側レンズとの間隔を調整し、

励起光用光導波路の前方に、励起光結合のために最適化された励起光側レンズを配置して励起光側コリメータとし、該励起光側コリメータと前記出力側コリメータを所定の距離にて対向させて励起光を伝搬させた場合に最適結合するように前記の励起光用光導波路と励起光側レンズとの間隔を調整し、

光合波素子を介して信号光側コリメータと出力側コリメータを所定の距離で結合し、

その光合波素子を介して励起光側コリメータと出力側コリメータを所定の距離で結合し、

信号光と励起光を合波して出力することを特徴とする光結合器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、光ファイバ増幅装置における合波部分の光結合器に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図16は従来のエルビウムドープファイバ（以下、EDFと略記する。）光増幅器の構成を示す。信号入力ファイバ1から波長1.55 $\mu\text{m}$ の信号光が到来し、合波器2を透過してEDF接続用ファイバ3に入る。励起用LDモジュール4からは、波長0.98 $\mu\text{m}$ の高出力光が0.98 $\mu\text{m}$ 用ファイバ5を通り、合波フィルタで反射してEDF接続用ファイバ3に入る。

【0003】EDF6において、0.98 $\mu\text{m}$ の光パワーにより、エルビウム原子が励起され、1.55 $\mu\text{m}$ の入力信号光によって誘導放出が起こり、1.55 $\mu\text{m}$ の信号光が増幅されて出力される。出力光は信号出力ファイバ7により伝搬される。また、上記のファイバは、コネクタ接続部8や融着接続部9により接続されている。

【0004】図17は従来の合波部分の説明図であり、図16のAとして示す領域（合波部分）を詳しく説明するためのものである。信号入力ファイバ1とEDF接続用ファイバ3は、コリメータ10とコリメータ11で空間結合され、励起光伝送用の0.98 $\mu\text{m}$ 用ファイバ5とEDF接続用ファイバ3はコリメータ12とコリメータ11で空間接続されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記構成では、光学的な結合効率がよくないので、信号光や励起光が減衰してしまい、その分増幅度が抑えられることになるという問題があった。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、所定の波長の信号光および所定の波長の励起光を入力して合波する光合波素子を有し、その合波した信号光および励起光を出力用光導波路により出力する光結合器において、信号光を単一モードで伝搬させる信号光用光導波路の前方に所定の間隔をおいて信号光側レンズを配置して信号光側コリメータとし、信号光および励起光を単一モードで伝搬させる出力用光導波路の前方に所定の間隔をおいて出力側レンズを配置して出力側コリメータとし、光合波素子を介して前記の信号光側コリメータと出力側コリメータを所定の距離で結合し、その光合波素子を介して励起光側コリメータと出力側コリメータを所定の距離で結合し、励起光を空間結合することや、本構成のために最適化したレンズを用いること等により、信号光と励起光を合波して出力することを特徴としている。

## 【0007】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態について

て図を用いて説明する。

#### 第1の実施の形態

本実施の形態は、励起用LDから合波器までの接続用ファイバを取り除き、励起用LDとEDF接続用の出力側ファイバとを空間結合とし、しかも高い結合効率となるように設計されたレンズを用いることを特徴としている。

【0008】図1は第1の実施の形態を示す構成図である。13は信号光用光導波路であるファイバを示し、1.55 $\mu\text{m}$ の信号光に対して単一モードファイバ(SMF)となっており、この前方に信号光側レンズ14を配置して信号光側コリメータ15とし、合分波(WDM)フィルタ等の光合波素子16を介して、出力側レンズ17とファイバ18により成る出力側コリメータ19に結合させる。その出力側光導波路であるファイバ18は、図示しないEDFに接続するためのものであり、1.55 $\mu\text{m}$ および0.98 $\mu\text{m}$ の光に対して単一モードとなっている。

【0009】レンズ14は、ファイバ13同志の結合用レンズを用いる(既存のものでもよい)。レンズ17はファイバ13とファイバ18が最もよく結合するように設計したものを用いる。20は光源である励起用LDであり、この前方に励起光側レンズ21を配置して励起光側コリメータ22とし、コリメータ19と結合するようにする。

【0010】レンズ21はコリメータ19と最もよく結合するように設計されたものを用いる。図2は信号光側コリメータ部分とビームの振舞いの説明図であり、ファイバ13とレンズ14から成るコリメータ15部分とビームの振舞いを示したものである。ファイバ13は、例えば、コア半径 $a_1 = 3.86\mu\text{m}$ 、波長1.55 $\mu\text{m}$ に対するV値:  $V = 1.62$ 、モード半径 $w_1 = 6.15\mu\text{m}$ であり、出射光の広がり角は $\theta_{e1} = 4.59^\circ$  ( $1/e^2$  値半角)である。

【0011】一例として、ここで用いたレンズ14は、波長1.55 $\mu\text{m}$ に対して屈折率 $n = 1.86926$ である。このレンズ14のファイバ13側の面は垂直平面、出射光側の面は曲率半径 $r_{12} = 2200\mu\text{m}$ の球面であり、厚さは1360 $\mu\text{m}$ である。図3は出力側コリメータ部分のガウスビームとの結合の説明図であり、ファイバ18とレンズ17からなるコリメータ19部分と入射する波長1.55 $\mu\text{m}$ のガウスビームの様子を示したものである。ファイバ18は、例えば、コア半径 $a_2 = 2.10\mu\text{m}$ 、波長1.55 $\mu\text{m}$ に対するV値:  $V_2 = 1.30$ 、モード半径 $w_2 = 4.90\mu\text{m}$ であり、出射光の広がり角は $\theta_{e2} = 5.75^\circ$  ( $1/e^2$  値半角)である。

【0012】一例として、ここで用いたレンズ17は、波長1.55 $\mu\text{m}$ に対して屈折率 $n = 1.86926$ である。このレンズ17のファイバ18側の面を垂直平面、空間側の面は曲率半径 $r_{21} = 1750\mu\text{m}$ の球面、厚さ $t_2 = 1080\mu\text{m}$ とした。レンズ17の空間側の面から25000 $\mu\text{m}$ の位置に半幅191 $\mu\text{m}$ のウエストをもつガウスビームを入射させると、レンズ17のファイバ18側の面とファイバ18の端面との距離 $d_2 = 1443\mu\text{m}$ で最適結合する。

【0013】図4は出力側コリメータ部分と励起用ビームの振舞いの説明図であり、コリメータ19において、ファイバ18に仮に波長0.98 $\mu\text{m}$ の光を図の右側から入力した場合のビームの振舞いを示している。波長0.98 $\mu\text{m}$ の光に対し、ファイバ18のV値:  $V_2 = 2.06$ 、モード半径 $w_2 = 2.60\mu\text{m}$ 、出射角 ( $1/e^2$  値半角)  $\theta_{e2} = 6.84^\circ$  となる。

【0014】また、レンズ17の屈折率は $n = 1.88445$ となる。このとき、レンズ17の空間側の面から76000 $\mu\text{m}$ の位置に幅112.5 $\mu\text{m}$  ( $1/e^2$  値半幅)のウエストをもつビームが生じる。40000 $\mu\text{m}$ の位置のビーム幅は150 $\mu\text{m}$  ( $1/e^2$  値半幅)となる。図5は励起光側コリメータと出力側コリメータの結合の説明図であり、レンズ17とレンズ21の間隔が40000 $\mu\text{m}$ となるように、励起用LD20、レンズ21、レンズ17、ファイバ18を直線状に配置した状態を示している。ここで用いたレンズ21は、波長0.98 $\mu\text{m}$ に対して屈折率 $n = 1.88445$ である。LD20の出射光の広がり角 ( $1/e^2$  値半角)  $\theta_{e3} = 25^\circ$  としてある。レンズ21の厚さは284 $\mu\text{m}$ とした。

【0015】レンズ21の面形状として、以下に#1と#2の2つの例を示す。図6は励起光側レンズ形状および数値データを示す説明図(#1)であり、この場合のレンズ21(#1)は、LD20側の面を球面とし、空間側の面を6乗項まで最適化した曲面である。図7は励起用LDのレンズ形状および数値データを示す説明図(#2)であり、この場合のレンズ21(#2)は、LD20側、空間側ともに2次曲線の範囲で最適化した曲面である。

【0016】図6および図7において、Cは曲率( $\text{mm}^{-1}$ )、Kは非球面係数、Aは4乗項、Bは6乗項を示している。LD20の端面とレンズ21のLD20側の距離 $d_3 = 196.5\mu\text{m}$ のとき、結合効率が最大となる。なお、レンズ面の一般式は次の数1に示す通りである。

【0017】

【数1】

$$z = \frac{C_{ij} h^2}{1 + \sqrt{\{1 - (K_{ij} + 1) C_{ij}^2 h^2\}}} + Ah^4 + Bh^6 + \dots$$

$$h = \sqrt{(x^2 + y^2)}$$

レンズ21の空間側の面から $-36000\mu\text{m}$ の位置に半幅 $112:5\mu\text{m}$ のウエストがあるガウスビームとの結合は、レンズ面に反射がない場合、90%となる。

【0018】上述のように、本実施の形態によると、ファイバ13とファイバ18が、レンズ14と、特に設計されたレンズ17によって波長 $1.55\mu\text{m}$ で最適結合し、かつ、励起用LD20とファイバ18が、特に設計されたレンズ21とレンズ17によって波長 $0.98\mu\text{m}$ で最適結合するようにしたことにより、 $1.55\mu\text{m}$ の信号光の損失も少なく、かつ $0.98\mu\text{m}$ の励起光の損失も少なく、EDFに入力することのできる光結合器を実現することができる。

【0019】特に、励起用LD20から光合波素子16までの間に接続ファイバを用いずに空間結合したことにより、励起光の損失が少なくなるとともに光結合器を小型化することができる。

#### 第2の実施の形態

本実施の形態は、特に設計されたレンズ系を用いて、信号光と励起光とを高効率結合させることを特徴とする。

【0020】図8は本実施の形態を示す構成図である。図において、23は信号光用光導波路であるファイバであり、 $1.55\mu\text{m}$ の波長の光についてシングルモードファイバ(SMF)となっており、このファイバ23の前方に信号光側レンズ24を配置して信号光側コリメータ25とする。出力用光導波路であるファイバ26は、図示しないEDFに接続するためのものであり、 $1.55\mu\text{m}$ と $0.98\mu\text{m}$ の光についてSMFとなっている。このファイバ26と出力側レンズ27とで出力側コリメータ28を構成する。励起光側ファイバ29は励起光を入力するためのものであり、励起光側レンズ30とで励起光側コリメータ31を構成する。

【0021】32は干渉フィルタ等の光合波素子であり、コリメータ25とコリメータ28を波長 $1.55\mu\text{m}$ で結合し、コリメータ31とコリメータ28とを波長 $0.98\mu\text{m}$ で結合し、ファイバ26に波長 $1.55\mu\text{m}$ と $0.98\mu\text{m}$ の両方の光が伝搬するようにする。ここでは、一例として、コリメータ25とコリメータ28とのレンズ面間距離を27.5mm、コリメータ31とコリメータ28とのレンズ面間距離を27.5mmで最適結合するようにレンズ面形状およびファイバ・レンズ間距離を特に設計して示している。

【0022】図9はファイバの特性の説明図であり、この図9の(a)に使用するファイバ23、26、29のモード半径 $w$ 、出射角 $\theta$ を示した。図9の(b)には、ファイバ特性の定義を示している。図10は信号光側レンズの構造図、図11は出力側レンズの構造図、図

12は励起光側レンズの構造図をそれぞれ示している。

【0023】これらの図10、図11および図12に、レンズの形状および形状パラメータを示している。なお、これらの図中の記号は次の意味で用いられている。

$C_{ij}$ : 中心の曲率(負値は図の右に凸を表す。)

$i$ : レンズ番号

$j$ : 面番号(図の左側が1、右側が2)

$K_{ij}$ : 非球面係数

レンズ面の形状の一般式は次の数2に示す通りである

【0024】

【数2】

$$z = \frac{C_{ij} h^2}{1 + \sqrt{\{1 - (K_{ij} + 1) C_{ij}^2 h^2\}}}$$

$$h = \sqrt{(x^2 + y^2)}$$

なお、 $x$ 、 $y$ : レンズ面の光軸に対し垂直方向の座標

$z$ : レンズ面の光軸方向の座標

とした。

【0025】次に、光結合器の作製法について説明する。図13は信号光側コリメータ作製の説明図であり、この図に示すように、まず、両側ともにファイバ23とレンズ24から成る同じコリメータ系を対向させ、レンズ間距離32mmとして波長 $1.55\mu\text{m}$ で最適結合になるようにファイバ23とレンズ24の間隔を両コリメータともに調節する。

【0026】ここで用いるレンズ24の厚さ(1.36mm)では、計算上、ファイバ23とレンズ24の間隔が $1819\mu\text{m}$ のときに最適結合となる。このようにしてできたコリメータをコリメータ25とする。図14は出力側コリメータ作製の説明図であり、この図のように、両側ともにファイバ26とレンズ27から成る同じコリメータ系を対向させ、レンズ間距離23mmとし、波長 $1.55\mu\text{m}$ で最適結合となるようにファイバ26とレンズ27の間隔を両コリメータともに調整する。

【0027】ここで用いるレンズ27の厚さ(1.08mm)では、計算上、ファイバ26とレンズ27の間隔が $1443\mu\text{m}$ のときに最適結合となる。このようにしてできたコリメータをコリメータ28とする。図15は励起光側コリメータ作製の説明図であり、この図に示すように、上述の如く完成したファイバ26およびレンズ27から成るコリメータ28と、ファイバ29およびレンズ30から成るコリメータを、レンズ間距離27.5mmで対向させ、波長 $0.98\mu\text{m}$ で結合が最大になるようにレンズ30とファイバ29との間隔を調整する。

【0028】ここで用いるレンズ30の厚さ(1.08mm)では、計算上、ファイバ29とレンズ30の間隔が $928\mu\text{m}$ のときに結合が最大になる。このようにし

てできたファイバ29とレンズ30のコリメータをコリメータ31とする。最後に、図13のようにしてできたコリメータ25と、図14のようにしてできたコリメータ28を、図8のように、干渉フィルタ等の光合波素子32を介してレンズ間距離27.5mmで対向させ、波長1.55 $\mu$ mで結合調整して固定する。

【0029】そして、図15のようにしてできたコリメータ31を、コリメータ28に対して、図8のように光合波素子32を介して、レンズ間距離27.5mmで対向させて波長0.98 $\mu$ mで結合調整し、固定して光結合器を構成する。上述のように本実施の形態によると、特に設計されたレンズ24およびレンズ27により、ファイバ23およびファイバ26が与えられた距離で最も良く結合されており、しかも、特に設計されたレンズ30により、ファイバ29とファイバ26が与えられた距離でもっとも良く結合するようにされ、干渉フィルタ等の光合波素子を結合空間に配置することにより、波長1.55 $\mu$ mの信号光と波長0.98 $\mu$ mの励起光のどちらをもファイバ26に低損失で結合させる高性能の光結合器を実現することができる。

【0030】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、信号光と励起光を合波する光結合器の結合効率を向上させたことにより、信号光や励起光が低損失でエルビウムドープ光ファイバに入射することになり、信号光の増幅率を向上させる効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態を示す構成図

【図2】信号光側コリメータ部分とビームの振舞いの説明図

【図3】出力側コリメータ部分のガウスビームとの結合の説明図

【図4】出力側コリメータ部分と励起用ビームの振舞いの説明図

【図5】励起光側コリメータと出力側コリメータの結合の説明図

【図6】励起光側レンズ形状および数値データを示す説明図(図1)

【図7】励起光側レンズ形状および数値データを示す説明図(図2)

【図8】第2の実施の形態を示す構成図

【図9】ファイバ特性の説明図

【図10】信号光側レンズの構造図

【図11】出力側レンズの構造図

【図12】励起光側レンズの構造図

【図13】信号光側コリメータ作成の説明図

【図14】出力側コリメータ作成の説明図

【図15】励起光側コリメータ作成の説明図

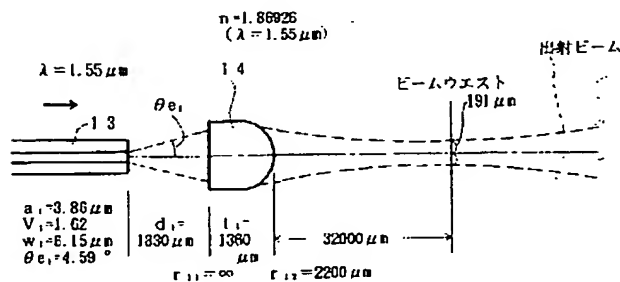
【図16】従来のEDF光増幅器の構成図

【図17】従来の合波部分の説明図

【符号の説明】

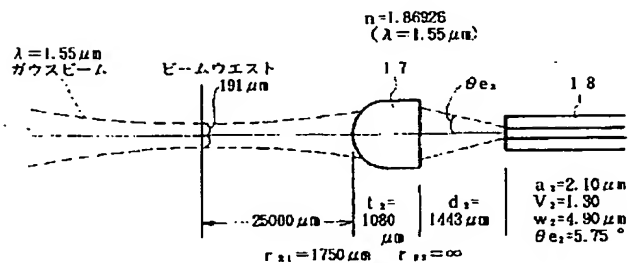
- 13 信号光用光導波路
- 14 信号光側レンズ
- 15 信号光側コリメータ
- 16 光合波素子
- 17 出力側レンズ
- 18 出力用光導波路
- 19 出力側コリメータ
- 20 光源
- 21 励起光側レンズ
- 22 励起光側コリメータ
- 23 信号光用光導波路
- 24 信号光側レンズ
- 25 信号光側コリメータ
- 26 出力用ファイバ
- 27 出力側レンズ
- 28 出力側コリメータ
- 29 励起光用光導波路
- 30 励起光側レンズ
- 31 励起光側コリメータ
- 32 光合波素子

【図2】



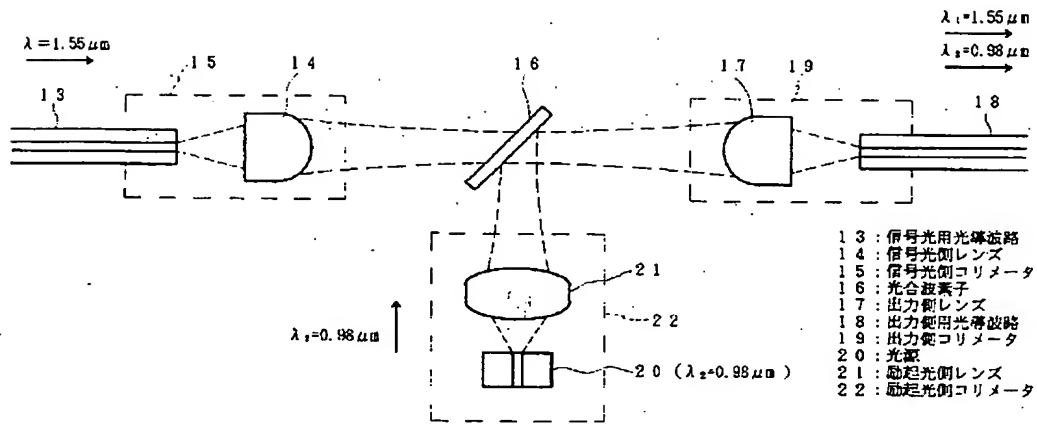
信号光側コリメータ部分とビームの振舞いの説明図

【図3】



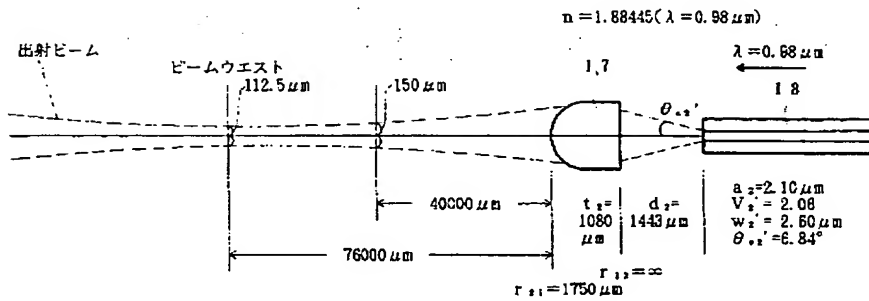
出力側コリメータ部分のガウスビームとの結合の説明図

【図1】



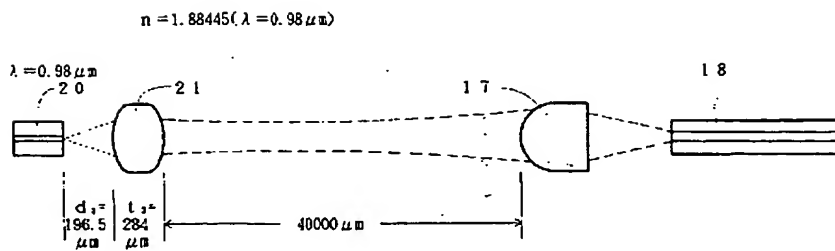
第1の実験の形態を示す構成図

【図4】



出力側コリメータ部分と励起用ビームの振舞いの説明図

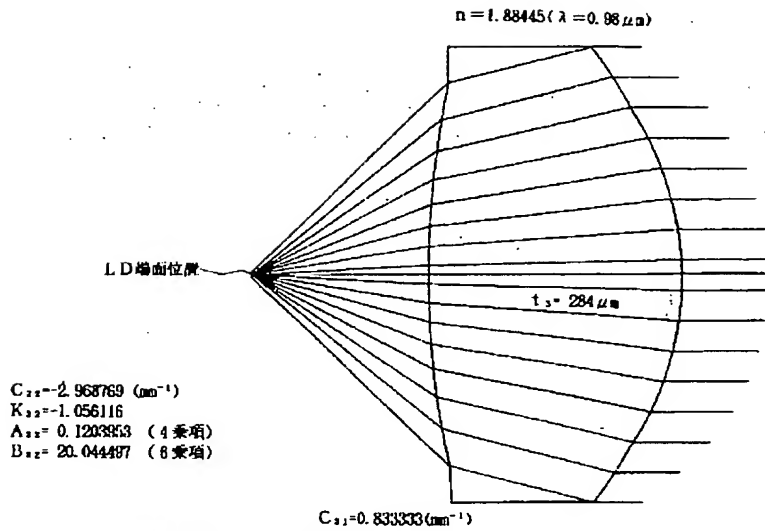
【図5】



励起光側コリメータと出力側コリメータの結合の説明図

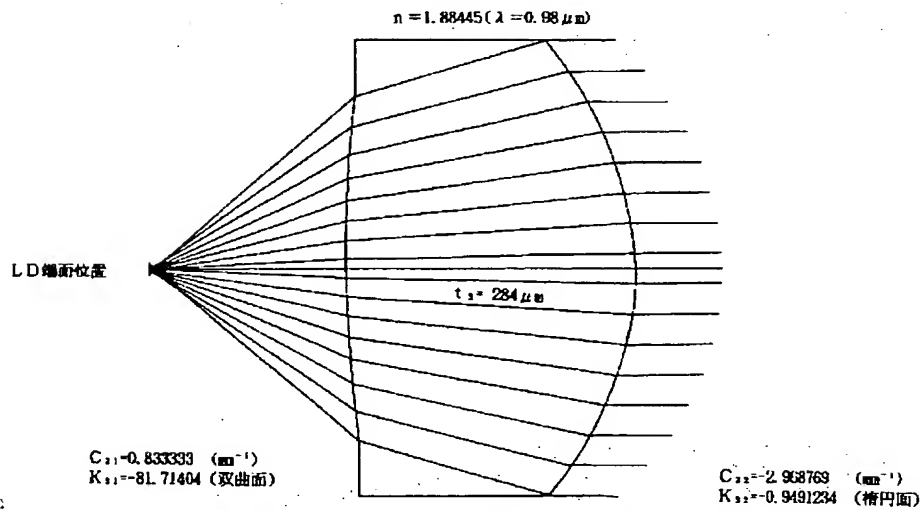


【図6】



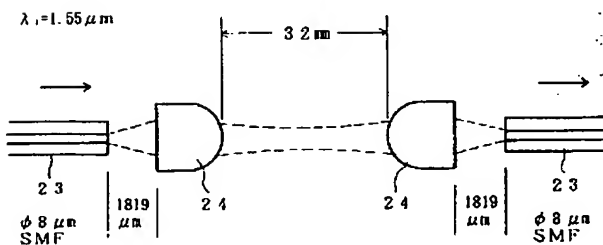
図起光側レンズ形状および数値データを示す説明図( # 1 )

【図7】



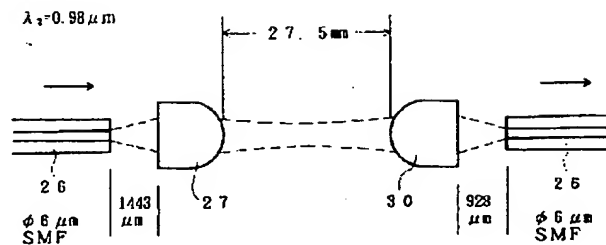
図起光側レンズ形状および数値データを示す説明図( # 2 )

【図13】



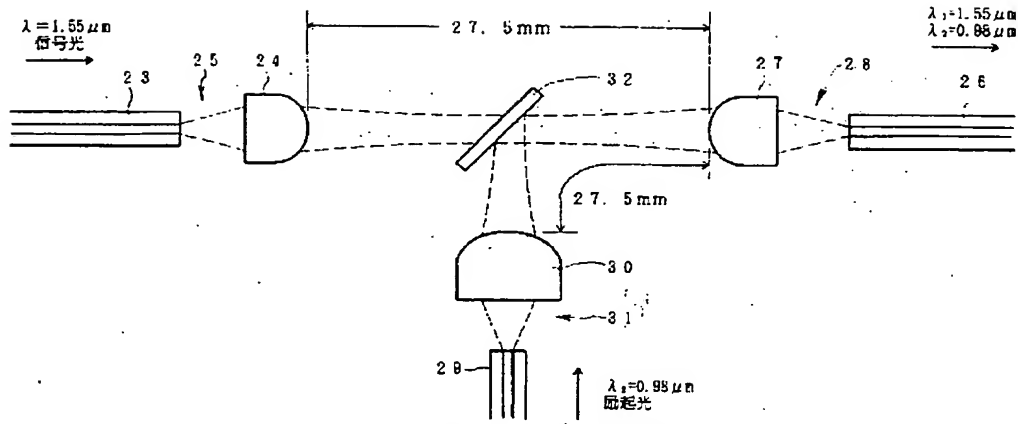
信号光側コリメータ作成の説明図

【図15】



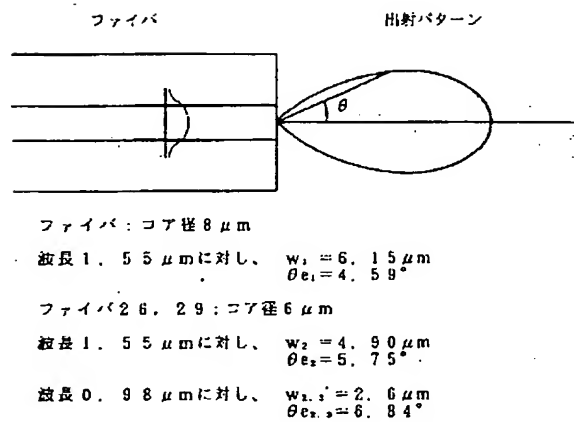
励起光側コリメータ作成の説明図

【図8】

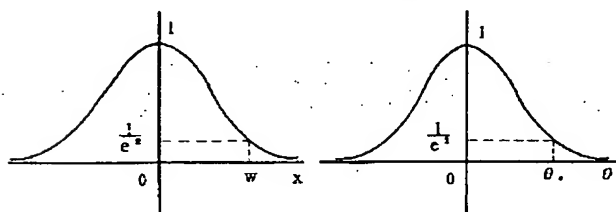


第2の実施の形態を示す構成図

【図9】



(a) ファイバの特性



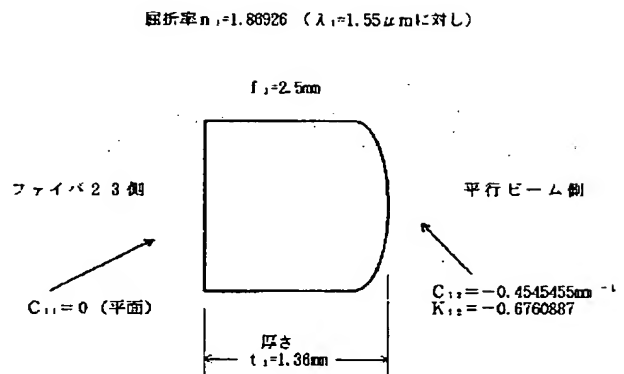
ファイバ内の光パワー分布

ファイバ出射光パワーの角度分布

(b) ファイバ特性の定義

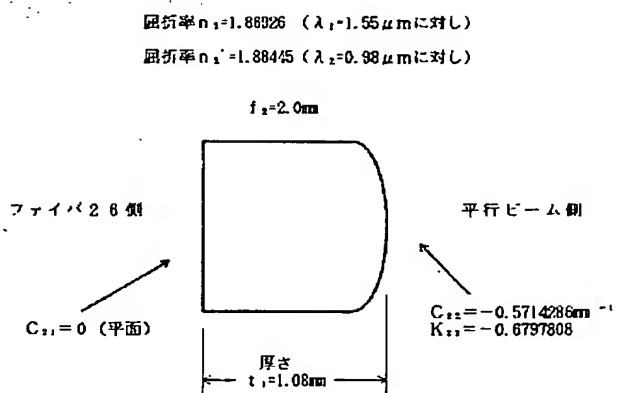
ファイバの特性の説明図

【図10】



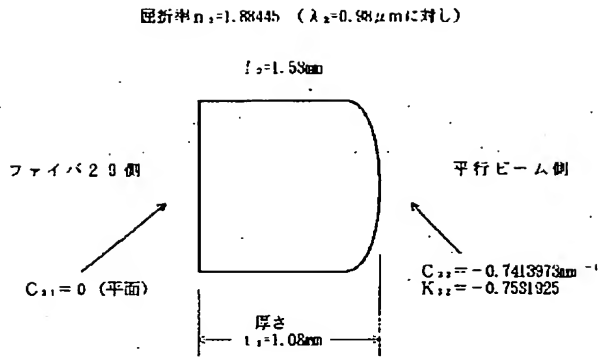
信号光側レンズの構造図

【図11】



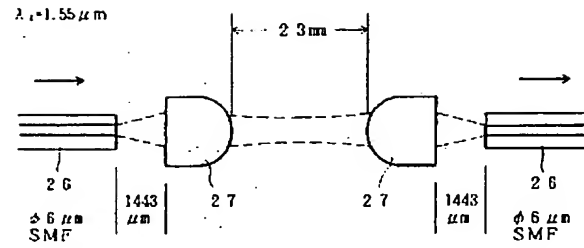
出力側レンズの構造図

【図12】



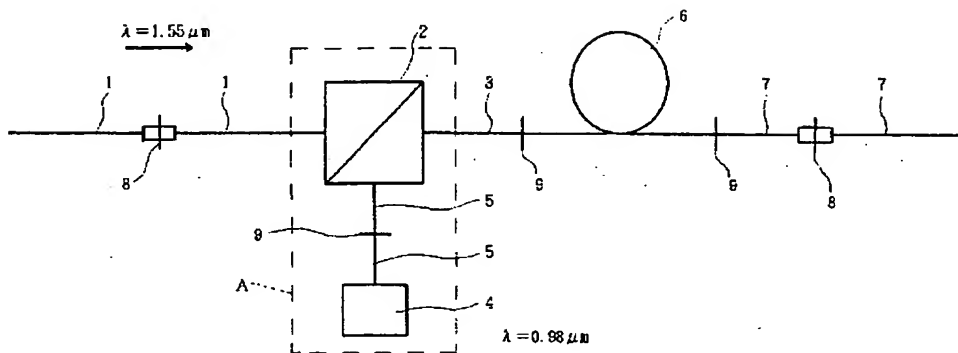
励起光側レンズの構成図

【図14】



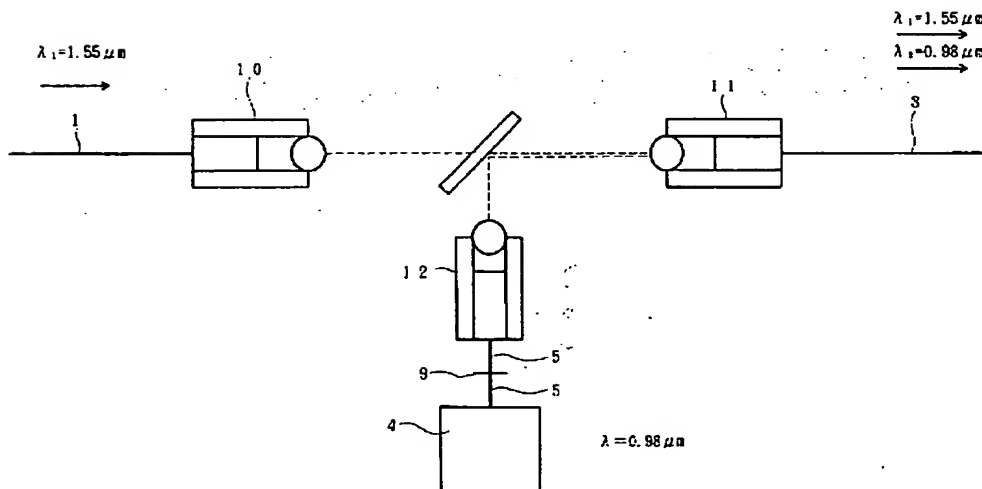
出力側コリメータ作成の説明図

【図16】



従来のEDF光増幅器の構成図

【図17】



従来の合束部分の説明図



DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim	CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int.Cl.7)
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 07, 31 July 1997 (1997-07-31) -& JP 09 061662 A (OKI ELECTRIC IND CO LTD), 7 March 1997 (1997-03-07) * abstract; figures 1-17 *	1,2,6,7, 10,13,14	G02B6/32
Y		3-5,8,9, 11,12, 15-17	
X	US 6 168 319 B1 (FRANCIS KURT R) 2 January 2001 (2001-01-02) * column 6, line 46 - column 7, line 66; figures 6-8 *	1,2,13, 14	
Y		3-12, 15-17	
Y	US 5 799 121 A (CHENG YIHAO ET AL) 25 August 1998 (1998-08-25) * column 2, line 29 - column 3, line 14; figures 1-3 *	3-12, 15-17	
			TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int.Cl.7)
			G02B
The present search report has been drawn up for all claims			
Place of search MUNICH		Date of completion of the search 5 February 2004	Examiner Frisch, A
CATEGORY OF CITED DOCUMENTS			
X : particularly relevant if taken alone Y : particularly relevant if combined with another document of the same category A : technological background O : non-written disclosure P : intermediate document		T : theory or principle underlying the invention E : earlier patent document, but published on, or after the filing date D : document cited in the application L : document cited for other reasons & : member of the same patent family, corresponding document	